

Desenvolvimento de um Modelo Teórico–Conceptual para Implementação de Veículos Elétricos: Estudo de Caso do Exército Português

Ricardo Santos¹, João Reis^{1,2}, Aneta Kazanecka³, Marta Nowakowska³

santos.rjp@exercito.pt; reis.jcg@exercito.pt; aneta.kazanecka@awl.edu.pl;
marta.nowakowska@awl.edu.pl

¹ Departamento de Ciências Militares, Academia Militar, CINAMIL, 1169-203 Lisboa, Portugal

² Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, GOVCOPP, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

³ Academia Militar das Forças Terrestres, 51-147 Breslávia, Polónia

Pages: 1-14

Resumo: O tema “veículos elétricos” está cada vez mais presente na sociedade Portuguesa e no mundo empresarial em geral. Nesse sentido, será relevante que os Estados possam acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos e que se preparem para a implementação deste tipo de mobilidade elétrica. O Exército Português não é exceção e, por esse motivo, decidimos dar os primeiros passos no desenvolvimento de um modelo teórico–conceptual para implementação de veículos elétricos. O modelo desenvolvido tem por base a literatura existente e foi validado empiricamente numa unidade militar do Exército Português. Desta forma, esta investigação visa preencher uma lacuna existente na literatura, uma vez que, pelo que temos conhecimento, é a primeira vez que se desenvolve um modelo de implementação de veículos elétricos nas Forças Armadas Portuguesas. Estudos futuros, podem refinar o modelo existente, ou adaptar o modelo desenvolvido para organizações idênticas e que pretendam dar os primeiros passos neste domínio de investigação.

Palavras-chave: Veículos elétricos, modelo teórico–conceptual, Exército Português.

Exploratory Theoretical Model for the Implementation of Electric Vehicles: The Case Study of the Portuguese Army

Abstract: The theme “electric vehicles” is increasingly present in the Portuguese society and in the business world in general. In this regard, it will be relevant for States to be able to monitor technological developments and to prepare for the implementation of this type of electric mobility. The Portuguese Army is no exception and, for this reason, we decided to take the first steps in the development of a theoretical–conceptual model for the implementation of electric vehicles. The developed model is based on the existing literature and it was validated empirically in a military unit of the Portuguese Army. Thus, this investigation aims to fill a

gap in the literature, since, as far as we know, this is the first time that a model for the implementation of electric vehicles in the Portuguese Armed Forces has been established. Future studies can refine the model presented in this article, or even adapt the conceptual model for identical organizations that intend to take the first steps in this field of research.

Keywords: *Electric vehicles, theoretical-conceptual model, Portuguese Army.*

1. Introdução

Atualmente assistimos a curtos ciclos de inovação tecnológica na indústria automóvel, em particular, no que diz respeito à transição dos motores de combustão interna (Sierzchula et al., 2012) para as energias alternativas, elétricas e renováveis. Os novos desenvolvimentos neste domínio industrial visam responder às necessidades da sociedade (Brönnner et al., 2019) mas, acima de tudo, reduzir o impacto ambiental (Wilberforce et al., 2017) através da redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Este poderá ser o motivo pelo qual, em Portugal, existem vários incentivos à aquisição de veículos elétricos (VEs), como, por exemplo, a proposta de Lei n.º 156/XIII do Estado Português, que contempla a introdução de seiscentos VEs na frota da administração pública em 2019. Adicionalmente, também se têm verificado outros estudos que identificam medidas para implementação de VEs em Juntas de Freguesias na cidade de Lisboa (Reis, 2019). É neste âmbito que reside a problemática do nosso estudo, uma vez que, no nosso conhecimento, o Exército Português ainda não contempla na sua frota de transporte administrativo veículos movidos a energia elétrica, ao contrário do que é possível verificar noutros países.

Em 2019, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA) investiu cerca de 1,6 mil milhões de dólares em inovação e desenvolvimento de teste de energias alternativas, o que reflete a importância para a missão militar (Robyn and Marqusee, 2019) e, para esse fim, têm vindo a considerar a utilização de VEs nas suas frotas (Parker and Kramer, 2011; Department of Defense, 2018). À luz da afirmação anterior, o Exército dos EUA também tem vindo a realizar estudos no sentido de substituir alguns dos veículos da sua frota (ex. *diesel high-mobility multipurpose wheeled vehicle*) por veículos híbridos (Ducusin et al., 2007; Parker and Kramer, 2011), uma vez que estes são comuns em outros setores da Administração Pública, e/ou também por VEs (Broder, 2009; Un-Noor et al., 2017).

Por outro lado, o Japão já tem mais de duas décadas de experiência nesta área (Perdiguerro and Jiménez, 2012), constituindo grupos de trabalho especializados (United Nations, 2018). O Exército Japonês, que considera a tipologia de veículos híbridos cada vez mais relevante neste caso, vai mais longe, porque consideram opções para a substituição dos veículos de combate (Taira et al., 2017). A pesquisa por veículos elétricos híbridos atraiu a atenção de empresas e organizações (Ming et al., 2017). Também a indústria militar desenvolveu programas de *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), tais como, o *Future Combat Systems* (FCS) e o *Joint Light Tactical Vehicle* (JLTV) nos EUA, o *Duture Rapid Effects System* (FRES) no Reino Unido e *Splitterskyddad EnhetsPlatform* (SEP) na Suécia (Taira et al., 2017). À semelhança dos casos apresentados anteriormente, o Ministério da Defesa Canadiano corrobora a versão Japonesa, uma vez que consideram a redução da mão-de-obra de manutenção, dependência de combustível, e maior eficiência no que diz respeito ao ruído, como uma mais-valia (Giesbrecht, 2018).

Esta investigação tem como objetivo apresentar, numa primeira fase, um modelo teórico-conceptual sobre a implementação de VEs e, numa segunda fase, apresentar um modelo reformulado (i.e., validado empiricamente) com dados provenientes de um estudo de caso. Esta investigação é original, na medida em que procura analisar modelos teóricos existentes e desenvolver um modelo validado empiricamente para o caso do Exército Português, preenchendo assim uma lacuna na literatura. Os estudos desenvolvidos por parte de alguns autores são essencialmente estudos de viabilidade económica (Malmgren, 2016; Winebrake et al., 2017) e não analisam fatores como as rotas diárias (Kosmanos et al., 2018; Siddiqi et al., 2011) the RO problem of EVs is solved by using the Multi Constrained Optimal Path (MCOP, dados de poluição em determinadas zonas (Agência Portuguesa do Ambiente, 2015; Nogueira and Mesquita, 2017), bem como o impacto na sociedade que estes veículos poderão originar (Sovacool et al., 2018). Pelos motivos elencados, consideramos que esta investigação vai apresentar um quadro teórico e empírico relevante onde são apresentados contributos que eventualmente possam ser úteis e transversais a outras organizações. Perante os argumentos apresentados, a questão de investigação que propomos é a seguinte:

- Como garantir uma implementação eficiente de viaturas elétricas no Exército Português?

Este artigo está estruturado em 5 secções. Na secção 2 constam os trabalhos relacionados. Na Secção 3, a metodologia utilizada. Na Secção 4, são discutidos os resultados. Por último, na Secção 5, são apresentadas as conclusões bem como sugestões para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

São vários os modelos de implementação de VEs existentes na literatura (Zulkarnain et al., 2014; Liao et al., 2017; Sultan et al., 2017; Kumar and Alok, 2020). Vamos, ao longo dos próximos parágrafos, abordar aspetos que integram os modelos já existentes, procurando terminar com a apresentação de num modelo que integre os tópicos mais relevantes.

Recorremos assim a um quadro de conceptual onde estão representados os autores abordados na literatura, na parte superior, bem como os aspetos genéricos abordados por estes na lateral do Quadro n.º 1.

		Autores				
		Zulkarnain et al. (2014)	Liao et al. (2017)	Sultan et al. (2017)	Che et al. (2020)	Kumar & Alok (2020)
Constructos	Desempenho	X	X			X
	Infraestruturas	X	X	X		X
	Impacto Económico	X	X		X	X
	Políticas Governamentais	X	X			X
	Bateria	X			X	
	Impacto Ambiental	X			X	X
	Impacto Social		X			X

Quadro n.º 1 – Quadro resumo de trabalhos relacionados com o tema

Para apresentar o modelo teórico-conceitual, considerámos vários tópicos de forma a explicar graficamente ou por narrativa os objetivos da investigação (Miles and Huberman, 1994). Para esse fim, foram integrados os tópicos anteriormente identificados, nomeadamente: as Políticas Governamentais, o Desempenho, as Infraestruturas de Carregamento, a Bateria, o Impacto Económico, o Impacto Ambiental e a Influência Social. Assim, apresentamos de seguida o modelo teórico - conceptual identificado na Figura n.º 1:

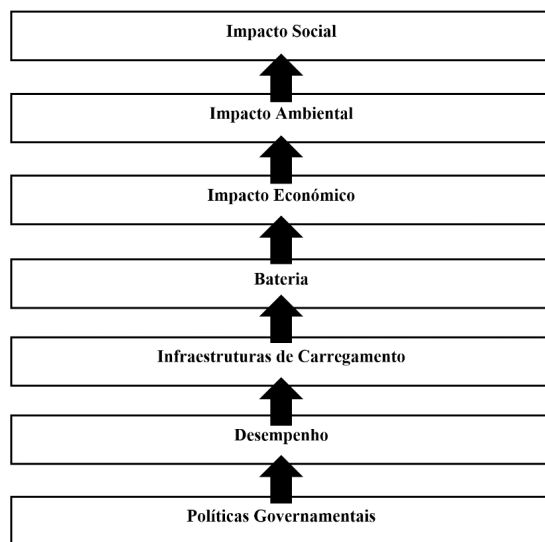


Figura n.º 1 – Modelo Teórico - Conceptual de Implementação de VEs

Durante a próxima secção é discutido o procedimento metodológico utilizado, que tem por objetivo reunir dados provenientes de várias fontes.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo optámos por uma metodologia qualitativa, onde os investigadores estão essencialmente interessados em analisar a forma de como as pessoas interpretam as suas experiências (Merriam and Tisdell, 2016). Esta investigação é exploratória porque, pelo que temos conhecimento, esta será a primeira tentativa de elaborar um modelo teórico-conceitual integrado e validá-lo empiricamente.

Este estudo foi realizado numa Unidade militar do Exército Português, mais concretamente no Regimento de Transportes (RTransp), em Lisboa. Esta unidade de análise foi escolhida por considerarmos que este Regimento representa a mais robusta frota de viaturas administrativas do Exército Português.

Tendo em conta a investigação em causa, procurámos analisar os modelos provenientes da literatura de forma a perceber que tipo de tópicos se adequam à unidade de análise.

Com base nesses tópicos formulámos o modelo-conceitual que teve foco: 1) no impacto económico desta tipologia de viaturas no Exército; 2) nas infraestruturas que poderão ser implementadas e as já existentes; 3) na análise da autonomia de VE, e se esta autonomia é suficiente para o cumprimento das tarefas do RTransp; 4) na existência de incentivos Governamentais e verificar se estes incentivos poderão se enquadrar no âmbito das tarefas a realizar pelo RTransp; 5) no estudo da melhoria da imagem do Exército face à população civil; 6) na verificação da existência de especialistas em gestão da manutenção das VEs; e ainda 7) na identificação do impacto ambiental nas áreas e raio de ação do RTransp.

Esta investigação inclui várias fontes de recolha de dados, para fins de triangulação e respetiva corroboração dos dados. Utiliza, portanto, entrevistas semiestruturadas, onde estão incluídas 16 entrevistas no RTransp e 3 entrevistas na Direção de Material e Transportes. Todas as entrevistas foram gravadas com a permissão dos entrevistados e devidamente transcritas.

Considerámos também, fontes de recolha de dados secundárias, com recurso à observação direta, pela verificação do estado de operacionalidade das viaturas, bem como registos fotográficos do local em causa, verificando a viabilidade especial para introdução de pontos de carregamento elétricos. Por fim, a documentação oficial da organização, através da análise de vários documentos institucionais, tais como: diretivas, normas de execução permanente, despachos, mapas de situação operacional, resolução de conselho de ministros, etc. Foram consideradas fontes de recolha de dados primária as entrevistas semiestruturadas, uma vez que estas contemplam informação original, isto é, apresenta informação sem interpretação ou sumarização de outrem (Blaxter et al., 2006). Enquanto, a observação direta e a documentação oficial da organização constituem interpretações ou avaliações das fontes primárias (Mills et al., 2010).

4. Resultados

A presente secção encontra-se dividida em sete subsecções que correspondem a sete tópicos que foram identificados na literatura (Quadro n.º 2). Estes tópicos estão relacionados com as ideias-chave dos entrevistados, ou seja, com os aspetos mais abordados por cada um dos participantes, estas ideias foram corroboradas com as notas de campo que recolhemos, bem como documentação obtida na unidade de análise.

Categorias	Subcategorias
Intenção Superior	Intenção Institucional
	Obrigatoriedade Legal
Autonomia	Curtas Distâncias
	Longas Distâncias
Infraestruturas de Carregamento	Públicas
	Internas
Manutenção	Formação
	Bateria
Viabilidade Económica	Aquisição
	Manutenção
	Utilização
Ambiente	Comprometimento
	Impacto na Missão
Impacto Social	Imagem Institucional
	Pegada Ecológica

Quadro n.º 2 – Categorias e Subcategorias

4.1. Intenção do Escalão Superior Militar: institucionalidade e obrigatoriedade legal

A Intenção do Escalão Superior Militar está intimamente relacionada com as políticas governamentais de Portugal. No caso do RTransp foram identificadas, através dos entrevistados, duas subcategorias: a Abordagem Institucional, que se refere à intenção, por parte dos diversos órgãos do Exército em adotar esta tipologia de viaturas; e, a Abordagem legal, que aborda que tipo de obrigações legais estão associadas a esta temática.

O Exército Português já realizou um estudo para que se possam implementar EVs, tendo por base, as imposições legais. Verificámos que esta medida requer interesses de vária ordem e que, por parte do poder político, tem existido intenção de avançar com uma implementação de EVs em todos os organismos do Estado. Adicionalmente, a Defesa Nacional, também pretende que as instituições sobre a sua responsabilidade integrem princípios de eficiência energética e ambiental nos objetivos organizacionais (Despacho Defesa Nacional n.º 149, 2020).

Existem, portanto, diretivas ministeriais, que contemplam vários objetivos, e um dos objetivos passa pela mobilidade sustentável, referindo que se devem implementar medidas que consigam reduzir o impacto ambiental. Existem ainda diretivas e planos do Estado Maior do Exército (EME) que abordam exatamente esta temática, a pegada ecológica. Percebemos que através do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) existe a tentativa de incluir aspetos ambientais na organização militar (Despacho n.º 133/CEME/17). Neste sentido, percebemos que a Administração Pública pode promover a adoção de boas práticas, demonstrando a sua viabilidade e motivando a sociedade para a mudança (Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2015). Neste momento, existe a imposição legal de adquirir uma percentagem mínima de VEs (Despacho interministerial n.º 2293-A/2019). Para tal, o planeamento do Comando da Logística do Exército Português para o quadriénio 2020-2023 contempla a aquisição de nove viaturas elétricos (Renault ZOE ou BMW i3) e a aquisição de doze viaturas híbridos (Lexus ct 200h ou Toyota Prius).

4.2. Autonomia

A autonomia dos VEs permite ao Exército Português, em particular ao RTransp, o cumprimento das tarefas diárias. Pelo que percebemos, a autonomia pode ser apresentada por duas abordagens distintas. Se por um lado, o RTransp se encontra situado na cidade de Lisboa e, por esse motivo, está num grande centro e com proximidade a várias U/E/O, ou seja, a curta distância a autonomia não representa um obstáculo. Por outro lado, os condutores das VEs, no cumprimento das suas tarefas, podem ter dificuldades quando efetuam viagens de longa duração dentro do território nacional.

Às curtas distâncias, o contributo dos entrevistados é unânime. Uma viagem que obrigue o VE a percorrer 300 Km de distancia, o RTransp consegue facilmente assegurar estas viagens. O nosso argumento está em linha com os registos do RTransp, onde considerámos curtas distâncias a média de Km realizada por uma viatura administrativa num dia. Percebemos que o RTransp realiza um serviço interno (entrega de refeições

no Centro de Informação Geospacial do Exército Português (CIGEO) e no Comando da Logística (CmdtLog), o serviço de capelão e serviço de condutor de dia). Já no Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA), utilizam a única viatura que possuem, um Renault ZOE, para serviços administrativos diários nas proximidades, como, por exemplo, serviço de correio.

No que corresponde às longas distâncias, os entrevistados referem que 300 Km médios de autonomia são reduzidos para cumprir todas as missões do Regimento. O RTransp, recebe diversas solicitações/requisições no sentido de desencadear missões a mais de 300 Km, como transportes de pessoas e bens para Porto, Póvoa do Varzim ou Braga. Após analisada a documentação institucional, nomeadamente o Anexo III à NEP 101/CHST da Repartição de Estudos Técnicos da DMT, conseguimos perceber que de entre 50 localidades, 31 estão num raio de 300 Km, isto é, 62% das localidades estão ao alcance da média de Km de autonomia de um VE.

4.3. Infraestruturas de Carregamento

No que concerne às infraestruturas de carregamento, segundo os entrevistados existem duas formas possíveis e viáveis destas serem implementadas. São elas o usufruto de uma boa rede de infraestruturas públicas espalhadas pelo território nacional ou recorrer às próprias infraestruturas do Exército Português e respetivos ramos das Forças Armadas.

No que se refere aos postos de carregamento públicos, os entrevistados referem dois aspetos a considerar. Se, por um lado afirmam que para fazer face às tarefas a realizar pelo RTransp teria de existir uma rede com pontos-chave onde se pudessem realizar esses mesmos carregamentos, nomeadamente, em áreas de serviços. Por outro lado, para que não restringir a execução de determinadas tarefas mais críticas, esse carregamento teria de ser rápido. Na cidade de Lisboa já foi efetuado um estudo que contempla a dispersão dos pontos de carregamento de forma de maximizar a sua utilização (Frade et al., 2011). Para carregamentos rápidos, a utilização de tecnologias fast charge pode ser vista como uma boa oportunidade. Aparentemente, as VEs necessitam de aproximadamente 15 minutos para carregar cerca de 25% das baterias.

Pelo que percebemos junto dos entrevistados a instalação de pontos de carregamento internos no Regimento terá que se tornar uma realidade, caso se venham a implementar a utilização de VE's. Durante a recolha de dados, verificámos que existem condições para que esta implementação se possa efetivar, nomeadamente, com a existência de um posto de abastecimento de combustível que reúne condições para se tornar um ponto de carregamento elétrico. Estes pontos de carregamento elétricos podem ser instalações de fichas de carregamento junto ao estacionamento de cada viatura, dando a possibilidade de carregamento simultâneo de várias viaturas.

4.4. Manutenção

Existem dois grandes tópicos abordados pelos entrevistados e que estão associados à manutenção. O primeiro refere-se à formação associada à atividade realizada pelos militares do Exército Português. Esta mesma formação representa a base do dia-a-dia dos militares que servem no RTransp. O segundo tópico aborda a questão da bateria, uma vez que esta é por vezes reconhecida como a componente de maior importância

no que diz respeito às VE e que inspiram cuidados especiais (Masiero et al., 2016; Wang, 2018).

Percebemos que a formação dos mecânicos do Exército Português é ainda limitada no que diz respeito ao manuseamento de componentes elétricos. Atualmente, o RTransp já integra na sua frota de transportes viaturas a combustão fóssil modernas que requerem formação nos componentes e configurações elétricas. Verificámos que apenas alguns militares têm capacidade para efetuar a reparação destes veículos, enquanto referiam que teria que ser dada formação adaptada ao novo desafio de implementação de VE's. Portanto, se por um lado pode haver necessidade de atualizar a formação e o treino dos militares que operam a componente elétrico-mecânica, por outro, poder-se-ia reduzir o tempo de operação, dado que manutenção dos veículos elétricos apresentam um menor número de componentes e, conseqüentemente, o tempo de manutenção é mais reduzido.

Uma outra problemática está associada à bateria, uma vez que esta reque atenção redobrada, por ser uma componente onerosa e, por, após ser consumido o seu tempo de vida útil, é necessário recorrer a empresas especializadas para reutilizar e recuperar esses componentes.

4.5. Viabilidade Económica

Para a grande maioria dos entrevistados a viabilidade económica incide em três vertentes: o preço de aquisição das viaturas; o custo associado à manutenção; bem como o custo associado à utilização do veículo, ou seja, o valor inerente ao consumo.

Relativamente à aquisição de veículos, os entrevistados consideraram que os gastos associados à aquisição de VEs por parte do Exército Português seriam difíceis de comportar, porque neste momento os VEs ainda têm um custo consideravelmente mais elevado, quando comparados com as viaturas a combustão fóssil. Cabe à secção Logística do RTransp controlar os fundos de maneo atribuídos ao Regimento, elaborar o Plano de Atividades anual e executar uma boa gestão orçamental (Diretiva n.º 01/2020). É possível adicionar importantes proveitos financeiros resultantes da redução dos consumos de água, de energia e de outros recursos finitos, como, por exemplo, o gasóleo.

Quanto ao custo associado à manutenção, os VEs iriam provavelmente reduzir os stocks, uma vez comportam um número mais reduzido de componentes, enquanto, atualmente, os custos associados à manutenção são significativos.

Por fim, é sem grande surpresa que identificámos que os custos associados à utilização dos VEs são mais reduzidos, quando comparados com os veículos a combustão fóssil. Sendo unânime entre os entrevistados, que, a médio e longo prazo, as viaturas elétricas irão compensar custos relacionados com a aquisição e consumo diário (Manríquez et al., 2020).

Resumidamente, é provável que se torna rentável a aquisição de VEs tendo em conta o longo prazo de utilização e elevada rodagem (Feng and Figliozzi, 2012), o que fará sentido para esta unidade militar. Adicionalmente, o Estado Português, através publicação do Decreto-Lei n.º 170/2008, de 26 de agosto, veio estabelecer um novo regime jurídico do Parque de Viaturas do Estado (PVE) e definir as competências da Agência Nacional de Compras Públicas, E. P. E. (ANCP) na gestão e controlo do referido

PVE. Este regime jurídico procura que a gestão do PVE esteja assente em critérios de eficiência e racionalidade económicas, com redução de custos operacionais e privilegia a aquisição de veículos com melhor desempenho ambiental o que vem beneficiar a unidade de análise aqui estudada.

4.6. Ambiente

Relativamente ao impacto ambiental, foram identificadas duas dimensões relevantes. A primeira está relacionada com o comprometimento, pois verificámos o quão comprometido está o Exército Português, através do RTransp, com a redução dos gases nocivos para o meio ambiente e a consequente redução da pegada ecológica. Este comprometimento foi verificado não só através das respostas dos entrevistados, como dos diversos documentos alusivos ao ambiente que o Exército Português elaborou, nomeadamente o Despacho n.º 133/17 do CEME, plano de atividades Ambientais de 2018 ou o RISGAE. A segunda dimensão representa o impacto nas tarefas diárias do RTransp, através de diversas restrições de circulação, essencialmente, na cidade de Lisboa.

Percebemos através do Despacho n.º 133/17 do CEME que é pretensão do Exército Português executar todas as atividades tendo em consideração a proteção ambiental em todas as fases de planeamento e realização das mesmas. Averiguámos ainda que, através do plano de atividades Ambientais de 2018, é intenção da instituição militar garantir a melhoria contínua do desempenho ambiental e da eficiência energética, prevenindo todas as formas de poluição, para minimizar o uso de substâncias prejudiciais ao ambiente, reduzindo a produção de resíduos e garantindo o seu encaminhamento para um adequado destino final. Para além dos seus colaboradores, a instituição militar regimental também está comprometida para assegurar a melhor gestão das VEs a partir do momento em que sejam integradas na sua frota de viaturas.

Existe uma outra dimensão que atualmente é discutida no seio do Governo Português, e que reside na tentativa de circunscrever, ou condicionar a circulação automóvel em diversas zonas da cidade de Lisboa. São, exemplo disso, as zonas do Rossio, Avenida da Liberdade e Baixa Pombalina, que já contam com a limitação à circulação de veículos a combustão com ano de matrícula inferior a 2000. Sabemos, porém, que determinadas limitações, estas últimas inclusive, não terão abrangência para viaturas do Estado. No entanto, cabe também ao Exército Português dar passo à frente no que ao combate aos gases de efeito de estufa diz respeito, implementado um SGA. Todas estas condicionantes poderão ter impacto na missão do RTransp, uma vez que este utiliza parte desses itinerários para desenvolver as suas tarefas.

4.7. Impacto Social

No que se refere ao impacto social, as VEs poderá ser observada à por duas perspetivas. Se, por um lado, a implementação de VEs poderá contribuir para a imagem institucional das forças armadas, por outro, e mais relevante contribui para a redução efetiva da pegada ecológica.

A grande maioria dos entrevistados considera que a introdução de VEs na frota do RTransp irá contribuir positivamente para a imagem do Exército Português. Sabemos que, por

força do cumprimento das imposições legais e sem prejuízo para o cumprimento das missões das forças armadas, o Exército Português é obrigado a implementar programas de gestão ambiental, o que para além de responder aos requisitos legais, vem melhorar a sua imagem face à sociedade. Adicionalmente, devem ser associadas campanhas de informação bem articuladas, para que as novas gerações possam identificar a utilização de VE como mais-valia. Neste sentido, o Exército Português deve ser identificado como um exemplo a seguir, no que diz respeito ao sem empenho em tomar todas as diligências necessárias para contribuir para uma sociedade mais ecológica, moderna, sustentável e responsável.

No quadro de uma estratégia para o crescimento verde e do conjunto de compromissos em matéria de ambiente, clima e energia assumidos por Portugal, designadamente em termos de redução de emissões, de eficiência energética e de penetração de energia de fontes renováveis, incluindo nos transportes, o Estado, através do Exército Português, deve dar o exemplo na alteração de paradigma que se exige à sociedade, impulsionando o apoio a essa transição (Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2015).

4.8. Modelo Teórico-Conceptual Reformulado de Implementação de VEs

A Figura n.º 2 apresenta o modelo teórico-conceptual reformulado de implementação de VEs. Estamos perante um modelo de constructos integrados que se encontra dividido em três grandes fases.

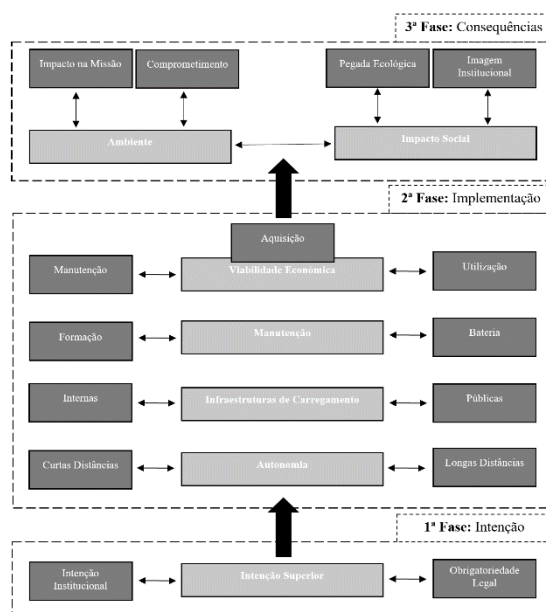


Figura n.º 2 - Modelo Teórico-Conceptual Reformulado de Implementação de VEs

A primeira, é materializada pela *intenção*, isto é, para que se efetive a implementação de VEs é necessário que exista uma intenção institucional e/ou uma obrigatoriedade

legal. E, por esse motivo, a intenção do escalão superior militar encontra-se na base do modelo apresentado. A segunda, corresponde à *implementação*. É aqui que se realizam estudos de viabilidade e aplicabilidade à instituição em causa. Verifica-se, se os VEs para aquisição apresentam são suficientemente autônomos para fazer face às necessidades organizacionais, e se existem pontos de carregamento nos itinerários utilizados ou, se a instituição tem capacidade de adquirir e gerir os seus próprios pontos de carregamento. Analisa-se de que forma é executada a manutenção, se pela própria entidade ou se se recorre a empresas especializadas. São ainda avaliados os tipos de custos associados, nomeadamente, os custos de aquisição, manutenção e utilização. A terceira fase, consiste nos *efeitos ou consequências* que essa implementação trará para a instituição. Consequências de ordem ambiental e social. Poderão ocorrer proveitos para a imagem institucional, quando a entidade se encontra comprometida com a mobilidade ecológica.

5. Conclusões e Recomendações

Este artigo é exploratório, uma vez que aborda pela primeira vez a problemática relacionada com a implementação de VEs no Exército Português. Para esse fim, foi desenvolvido um modelo teórico-conceitual, de modo a preencher uma lacuna na literatura e, validado empiricamente, para que possa dar garantias sobre a sua aplicação no âmbito militar.

Do ponto de vista teórico, esta investigação apresenta duas contribuições relevantes. Enquanto o modelo teórico-conceitual teve como objetivo incorporar conceitos provenientes da literatura sobre a implementação de VEs, o modelo empírico, teve como objetivo validar o primeiro modelo, usando, para esse fim, várias fontes de recolha de dados. Em segundo lugar, esta investigação pretende apresentar resultados que possam ser úteis para a construção de novos modelos de implementação de VEs em organizações semelhantes. Os potenciais investigadores que estudem esta temática têm agora um ponto de partida para desenvolver as suas próprias abordagens.

Paralelamente, foram identificadas contribuições de ordem prática que podem revelar-se úteis para a implementação de VEs, mais concretamente: 1) ausência de estratégias para implementação de VE; 2) viabilidade de autonomia às curtas distâncias; 3) viabilidade de implementação de pontos de carregamento elétricos no RTransp; 4) necessidade de formação para efeitos de manutenção; 5) recuperação das baterias em fim de vida; 6) o elevado custo inicial das VEs; 7) elevados custos suportados pelo Exército em manutenção e combustível; 8) proveitos financeiros; 9) impacto ambiental; e 10) imagem do Exército.

Havendo intenção de implementação de VEs na frota do Exército Português, é fundamental que se recorra a modelos científicos, para que a transição de combustíveis fósseis para energias mais limpas seja feita da forma mais sustentada e célere.

Percebemos que a questão dos custos associados é um tema sempre abordado por parte dos intervenientes. Neste sentido, sugerimos que se realize um estudo comparativo aprofundado entre a implementação de VEs e utilização de veículos a combustão. Este estudo deverá contemplar, pelo menos, o preço de aquisição, custos com manutenção, custos em consumos e também possíveis custos com implementação de novos pontos de carregamento elétricos. Sugerimos ainda que valide o modelo teórico-conceitual em

outras U/E/O do Exército, para que se possa verificar se os resultados obtidos serão semelhantes ou divergentes face aos apresentados nesta investigação.

Referências

- Agência Portuguesa do Ambiente. (2015). Estratégia Nacional para o Ar 2020 – Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar Ambiente: Enquadramento e Diagnóstico. https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ar/ENAR_II_Diagnostico_CP.pdf.
- Blaxter, L., Hughes, C., & Tight, M. (2006). How to research. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199732869.003.0004>.
- Broder, R. (2009). The Future of Electric Vehicles and Challenges for Infrastructure.
- Brönnner, M., Hagenauer, M. S., & Lienkamp, M. (2019). Sustainability – Recommendations for an electric vehicle manufacturing in Sub-Saharan Africa. *Procedia CIRP*, 81, 1148–1153. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.283>.
- PDE 4-33-00: Proteção Ambiental, Lisboa, Comando de Instrução e Doutrina, 2012.
- Defesa Nacional - Gabinete do Ministro (2020). Despacho n.º 149/2020, de 7 de janeiro: Diretiva Ambiental para a Defesa Nacional. *Diário da República, Série II*, n.º 4, 46-51.
- Department of Defense (2018). Department of Defense Annual Energy Management and Resilience Report (AEMRR) Fiscal Year 2017. https://www.acq.osd.mil/eie/downloads/ie/fy_2017_aemr.pdf.
- Ducusin, M., Gargies, S., & Mi, C. (2007). Modeling of a Series Hybrid Electric High-Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle, 56(2), 557–565.
- Feng, W., & Figliozzi, M. (2012). Conventional vs Electric Commercial Vehicle Fleets: A Case Study of Economic and Technological Factors Affecting the Competitiveness of Electric Commercial Vehicles in the USA. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 702–711. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.141>.
- Frade, I., Ribeiro, A., Gonçalves, G., & Antunes, A. (2011). Optimal location of charging stations for electric vehicles in a neighborhood in Lisbon, Portugal. *Transportation Research Record*, (2252), 91–98. <https://doi.org/10.3141/2252-12>.
- Giesbrecht, J. (2018). Feasibility of Hybrid Diesel-Electric Powertrains for Light Tactical Vehicles.
- Kosmanos, D., Maglaras, L. A., Mavrovouniotis, M., Moschoyiannis, S., Argyriou, A., Maglaras, A. & Janicke, H. (2018). Route Optimization of Electric Vehicles Based on Dynamic Wireless Charging. *IEEE Access*, 6, 42551–42565. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2847765>.
- Kumar, R., & Alok, K. (2020). Adoption of electric vehicle: A literature review and prospects for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119911>.

- Liao, F., Molin, E., & van Wee, B. (2017). Consumer preferences for electric vehicles: a literature review. *Transport Reviews*, 37(3), 252–275. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1230794>.
- Malmgren, I. (2016). Quantifying the Societal Benefits of Electric Vehicles. *World Electric Vehicle Journal*, 8, 996–1007.
- Manríquez, F., Sauma, E., Aguado, J., de la Torre, S., & Contreras, J. (2020). The impact of electric vehicle charging schemes in power system expansion planning. *Applied Energy*, 262, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114527>.
- Masiero, G., Ogasavara, M., Jussani, A., & Risso, M. (2016). Electric Vehicles in China: BYD Strategies and Government Subsidies. *Revista de Administração e Inovação*, 13(1), 03–22.
- Merriam, S., & Tisdell, E. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. John Wiley & Sons.
- Miles, M., & Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mills, A., Eurepos, G., & Wiebe, E. (2010). *Encyclopedia of Case Study Research*. (I. SAGE Publications & All, Eds.). Washington, DC.
- Ming, L., Ying, Y., Liang, L., Yao, L., & Zhou, W. (2017). Energy Management Strategy of a Plug-in Parallel Hybrid Electric Vehicle Using Fuzzy Control. *Energy procedia*, 105, 2660–2665. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.771>.
- Nogueira, L., & Mesquita, S. (2017). Avaliação da Qualidade do Ar na região de Lisboa e Vale do Tejo em 2016. <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/qualidade-do-ar/1265.htm>
- Parker, G., & Kramer, D. (2011). Current state of military hybrid vehicle development. *Int. J. Electric and Hybrid Vehicles*, 3. <https://doi.org/10.1504/IJEHV.2011.044373>.
- Perdiguerro, J., & Jiménez, J. (2012). Policy options for the promotion of electric vehicles: a review. *Research Institute of Applied Economics*, IR12/08, 1–44.
- Reis, J. (2019). Implementing electric vehicles in public services: a case study research. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 11, 3, pp. 205-216.
- Robyn, B., & Marqusee, J. (2019). The Clean Energy Dividend: Military Investment in Energy Technology and What It Means for Civilian Energy Innovation, 1–57.
- Sierzechula, William, Bakker, Sjoerd, Maat, Kees, van Wee, & Bert, (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption, *Energy Policy*, Elsevier, vol. 68(C), pages 183-194.
- Siddiqi, U., Shiraishi, Y., & Sait, S. (2011). Multi-constrained route optimization for Electric Vehicles (EVs) using Particle Swarm Optimization (PSO). *International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, ISDA, 391–396. <https://doi.org/10.1109/ISDA.2011.6121687>.

- Sovacool, B., Noel, L., & Rubens, G. (2018). The Demographics of Decarbonizing Transport: The Influence of Gender, Education, Occupation, Age, and Household Size on Electric Mobility Preferences in the Nordic Region. *Global Environmental Change* 52 (2018) 86–100
- Sultan, V., Bitar, H., Alzahrani, A., & Hilton, B. (2017). A Conceptual Framework to Integrate Electric Vehicles Charging. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy A*, 207–220. <https://doi.org/10.12720/sgce.6.3.207-220>.
- Taira, H., Yoshikawa, T., & Jumonji, K. (2017). Development of Tracked Combat Hybrid-Electric Vehicle. Ministry of Defense of Japan.
- United Nations. (2018). Global Technical Regulation on the Electric Vehicle Safety (EVS).
- Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M., & Hossain, E. (2017). A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts and Future Direction of Development. *Energies*, 10, 1–82. <https://doi.org/10.3390/en10081217>.
- Wang, N., Tang, L., & Pan, H. (2019). A global comparison and assessment of incentive policy on electric vehicle promotion. *Sustainable Cities and Society*, 44, 597–603. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.024>.
- Wilberforce, T., El-Hassan, Z., Khatib, F., Makky, A., Baroutaji, A., Carton, J., & Olabi, A. (2017) Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars, *Int. J. Hydrog. Energy* 42 (40) 25695–25734.
- Winebrake, J. J., Green, E. H. & Carr, E. (2017). Plug-In Electric Vehicles: Economic Impacts and Employment Growth. Energy and Environmental Research Associates.
- Zulkarnain, Z., Kinnunen, T., & Kess, P. (2014). The Electric Vehicles Ecosystem Model: Construct, Analysis and Identification of Key Challenges. *Managing Global Transitions*, 12(3), 253–277.